

**STUDI EKSPERIMENTAL SKALA PENUH TENTANG DAYA DUKUNG  
PELAT BETON BERSIRIP DENGAN SIRIP DALAM SEJAJAR SIRIP  
LUAR SEBAGAI MODEL JALAN BETON DI TANAH LUNAK**

**JURNAL**

Program Studi Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil

OLEH :

**HENDRA WIJAYA**

NIM. D11106021



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TANJUNGPURA  
PONTIANAK  
2013

# **STUDI EKSPERIMENTAL SKALA PENUH TENTANG DAYA DUKUNG PELAT BETON BERSIRIP DENGAN SIRIP DALAM SEJAJAR SIRIP LUAR SEBAGAI MODEL JALAN BETON DI TANAH LUNAK**

Hendra Wijaya<sup>1)</sup> M. Yusuf, ST. MT<sup>2)</sup> Hj. Vivi Bachtiar, ST. MT<sup>2)</sup>

## **ABSTRAK**

Banyak ditemukannya konstruksi perkerasan jalan di tanah lunak yang secara teknik tidak menguntungkan karena mempunyai daya dukung yang sangat rendah. Karena sifat mekanis tanahnya yang rendah maka pembangunan jalan aspal (struktur perkerasan lentur) yang dilakukan selalu bergelombang dalam waktu tidak beberapa lama setelah jalan tersebut dibangun. Karena itu, diperlukan model lain agar diperoleh struktur perkerasan jalan yang cocok di atas tanah lunak.

Penelitian ini mengembangkan bentuk struktur perkerasan kaku yang mempunyai sirip (dinding) di sisi-sisi perkerasan dan diperkuat dengan balok di tengah-tengah panel untuk memberikan kekakuan dimana sirip dalamnya sejajar sirip luar. Sirip-sirip perkerasan tersebut dimaksudkan untuk memberikan kekakuan lateral (horizontal) akibat beban permukaan (kendaraan) dan mencegah rembesan air ke fondasi jalan akibat fluktuasi muka air tanah.

Dengan model perkerasan jalan ini menghasilkan beban ultimit yang lebih besar dari perkerasan jalan yang tanpa sirip sehingga dapat mengurangi kelemahan-kelemahan yang sering terjadi pada struktur perkerasan jalan yang tanpa sirip.

Kata-kata kunci: perkerasan kaku, tanah lunak, uji pembebanan, daya dukung, sirip sejajar

## **ABSTRACT**

A number of hardening road construction on the soft land are not good because it has low sustainability. As the mechanical feature of the land is so weak that the building of paved road is wavy (curved hardening structure) in a short period time after being built. Therefore, a new other model is needed to provide a compatible curved hardening structure on the soft land.

This research tries to develop the form of stiff hardening structure which has wall fins on each side hardening and is strengthened with the block in the middle panels for providing the stiffness where the inside fins is equal with the outside ones. The stiff fins are aimed to curb horizontally caused by the surface burden of vehicles and prevent oozing liquid into the foundation of road due to the fluctuation of land water surface.

With the fins of hardening road, it can provide the bigger ultimate burden than the hardening road without fins so it can reduce the disadvantage of the common hardening road.

Key Words : stiff hardening, soft land, burden test, sustainable, equal fins

1) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

2) Staf Pengajar (Dosen Pembimbing) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Struktur perkerasan jalan merupakan infrastruktur yang sangat penting untuk kelancaran transportasi. Di daerah dengan kondisi tanah permukaan berupa tanah lunak dan gambut, yang mempunyai daya dukung sangat rendah, telah menyebabkan banyaknya konstruksi jalan menjadi bergelombang dan cepat rusak tidak lama setelah jalan tersebut dibangun. Kegagalan struktur perkerasan jalan yang sering terjadi menunjukkan bahwa cara perencanaan struktur perkerasan jalan di daerah dengan daya dukung tanah rendah, masih memerlukan inovasi baru yang tepat. Karena itu, perlu dikembangkan model struktur perkerasan jalan yang sesuai untuk diterapkan di tanah lunak. Struktur perkerasan jalan yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah struktur perkerasan jalan beton bersirip.

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan daya dukung struktur perkerasan jalan beton yang diperkaku dan diperkuat dengan sirip dalamnya sejajar sirip luar berdasarkan hasil uji pembebanan langsung di lapangan.

### **1.3. Perumusan Masalah**

Konstruksi pelat beton yang dipergunakan pada bidang transportasi/jalan di atas tanah lunak pada umumnya memiliki umur layan yang pendek. Hal ini disebabkan tanah lunak yang memiliki daya dukung yang sangat rendah sehingga konstruksi pelat yang dipergunakan mudah rusak. Oleh karena itu, dilakukan penelitian menggunakan pelat beton bersirip dalam sejajar sirip luar. Penelitian ini mencari tahu apakah dengan adanya sirip dalam yang sejajar sirip luar pada pelat beton, dapat memberikan tambahan kekakuan untuk pelat beton serta bagaimana pengaruhnya terhadap daya dukung tanah di bawahnya.

### **1.4. Pembatasan Masalah**

- 1) Tanah yang digunakan pada penelitian adalah tanah lunak dalam kondisi tidak terganggu (*undisturb*).
- 2) Spesifikasi pelat beton bertulang bersirip yang direncanakan sebagai berikut:
  - a. Mutu beton rencana ( $f_c'$ ) adalah 20 MPa.
  - b. Dimensi pelat beton bertulang bersirip adalah panjang 120 cm, lebar 120 cm, tebal 5 cm, tinggi sirip luar 60 cm, dan tinggi sirip dalam 15 cm dengan sirip dalam sejajar sirip luar. Jumlah pelat tanpa sirip sebanyak 1 buah dan jumlah pelat bersirip dalam sejajar sirip luar sebanyak 2 buah.
- 3) Pelat beton bertulang diuji di lapangan dengan pembebanan langsung menggunakan balok beton dengan dimensi 15 cm × 15 cm × 60 cm dan pembebanan dilakukan secara monotonik statik.
- 4) Variabel yang diperoleh melalui pembebanan langsung adalah penurunan segera yang terjadi dalam selang waktu 1 menit.

### 1.5. Hipotesa Penelitian

Dalam penelitian ini dirumuskan suatu hipotesa yang akan dibuktikan di lapangan bahwa pengujian pembebanan pelat dengan sirip dalam sejajar sirip luar akan menghasilkan suatu hubungan beban versus penurunan yang berbeda dengan pelat tanpa sirip.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanah

#### 2.1.1. Tinjauan Umum Tanah Lempung Lunak

Tanah lempung lunak didefinisikan sebagai suatu lapisan lempung yang tanahnya mempunyai tekanan penetrasi dari alat sondir sangat rendah yaitu kurang dari  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  atau jika dengan percobaan penetrasi alat SPT untuk N kurang dari 3, di samping juga dari tingginya kadar air yaitu lebih dari 70%. Tanah lempung lunak banyak dijumpai di daerah dataran rendah dan di sekitar pantai terutama di muara-muara sungai-sungai besar sebagai tanah endapan alluvial atau delta. Jika terjadi pembebanan di atasnya maka terjadi proses pemerasan air yang mengakibatkan timbulnya penurunan tanah sehingga membahayakan stabilitas konstruksi yang ada. Perbaikan pada tanah lunak selalu dilakukan pada proyek jalan raya di atas tanah lunak.

#### 2.1.2. Karakteristik Tanah Lunak

Sifat-sifat tanah lunak sebagai berikut:

1. Ukuran butir  $< 0,002 \text{ mm}$
2. Daya permeabilitas rendah
3. Sangat dipengaruhi oleh air
4. Punya daya kohesi
5. Konsolidasi besar
6. Kenaikan air kapiler tinggi.

### 2.2. Teknologi Jalan yang Telah Diterapkan

1. Model konstruksi jalan yang menggunakan geotekstil.
2. Model konstruksi jalan yang menggunakan perkuatan tiang-tiang cerucuk.
3. Model konstruksi jalan yang mengembangkan tabung silinder.

### 2.3. Interpretasi Daya Dukung

#### 2.3.1. Metode Van Der Veen

$$S = -\frac{1}{c} \ln(1 - P/P_u)$$

atau

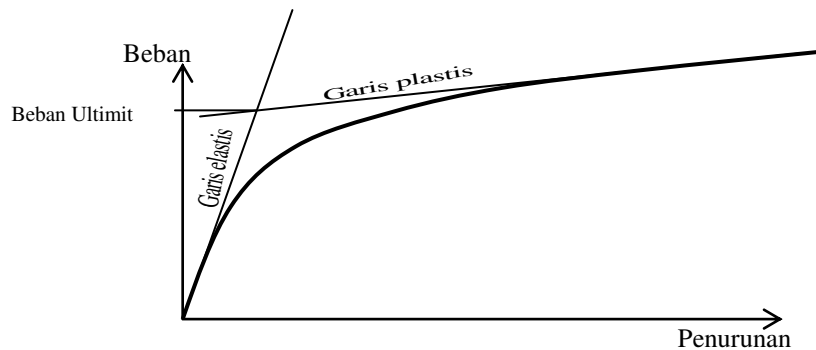
$$S = mU$$

di mana:  $m = 1/c$  dan  $U = -\ln(1 - P/P_u)$ .

Keterangan :

- P = beban pada ujung tiang
- $P_u$  = beban ultimit pada ujung tiang
- e = basis logaritma alami
- c = konstanta sembarang
- S = defleksi pada ujung tiang

### 2.3.2. Metode Tangen



Gambar 2.1 Interpretasi beban ultimit hasil uji pembebanan dengan metode tangen.

### 2.4. Manfaat Penelitian

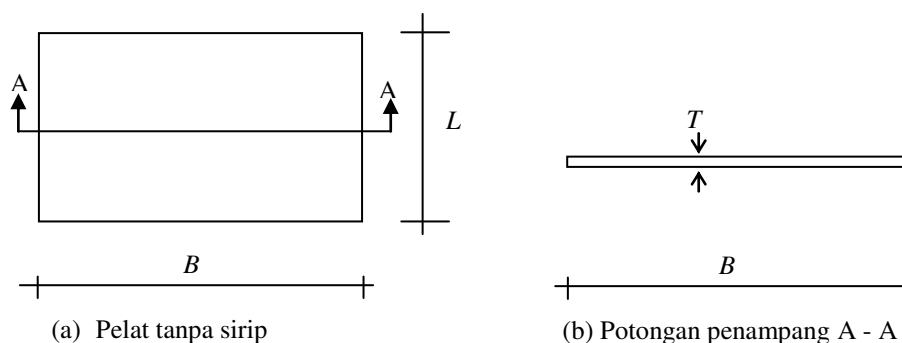
1. Volume (tebal) pelat dapat dikurangi sehingga tidak menjadi besar.
2. Tekanan pada tanah fondasi kecil
3. Dapat mengurangi biaya perawatan dan dapat mengurangi pengaruh fluktuasi muka air tanah di bawah permukaan pelat.
4. Kualitas material dapat dikendalikan
5. Tidak memerlukan perbaikan struktur tanah fondasi secara signifikan
6. Perkerasan jalan beton dapat memberikan indeks pelayanan tetap baik
7. Dapat dikembangkan di daerah lain karena model struktur perkerasan kaku bersirip berskala nasional.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metodologi Penelitian

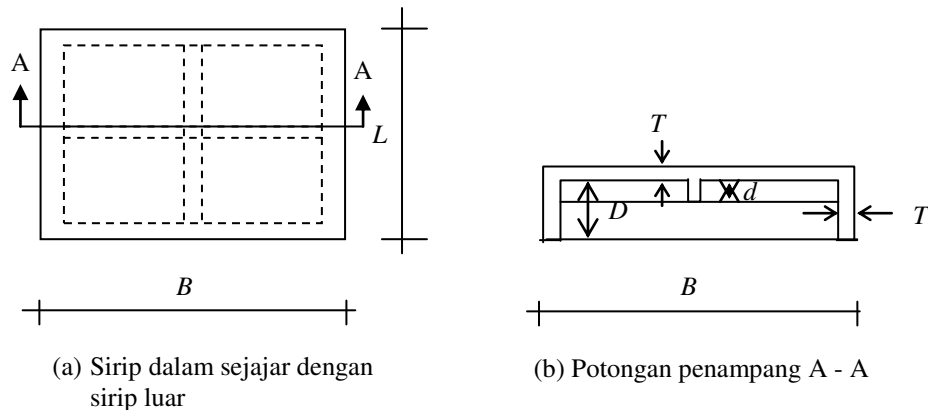
Penelitian yang penulis lakukan ini termasuk ke dalam kelompok penelitian eksperimental.

Jumlah sampel yang tanpa sirip sebanyak 1 buah dengan ukuran panjang ( $L$ ) adalah 1,2 m, lebar ( $B$ ) adalah 1,2 m dan tebal pelat ( $T$ ) adalah 5 cm seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Sampel pelat tanpa sirip

Jumlah sampel yang mempunyai sirip dalam sejajar sirip luar sebanyak 2 buah dengan masing-masing berukuran panjang ( $L$ ) adalah 1,2 m, lebar ( $B$ ) adalah 1,2 m, tinggi sirip luar ( $D$ ) adalah 60 cm, tinggi sirip dalam ( $d$ ) adalah 15 cm, tebal pelat dan tebal sirip ( $T$ ) adalah 5 cm seperti pada gambar 3.2. Daya dukungnya diambil dari rata-rata dari kedua sampel



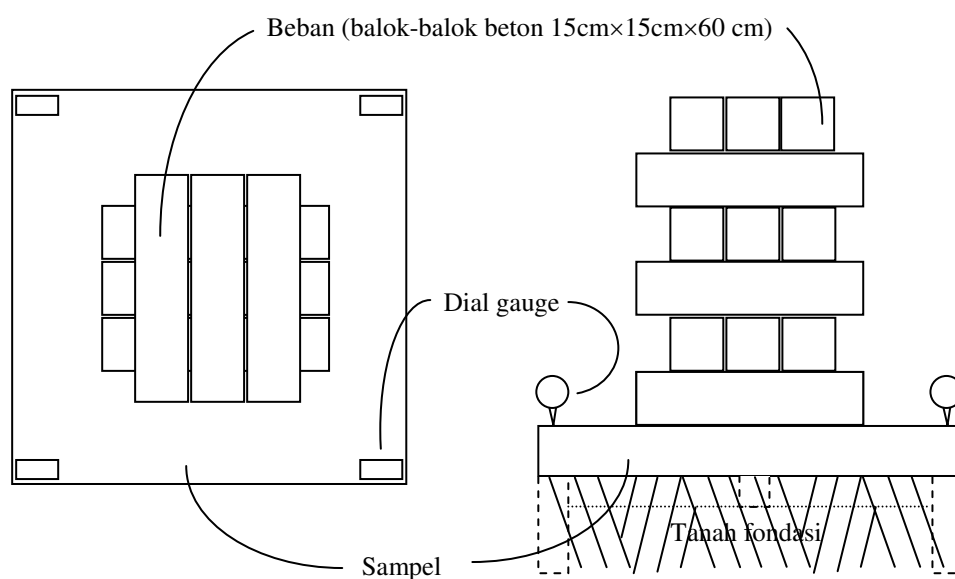
Gambar 3.2. Sampel pelat yang sirip dalam sejajar sirip luar

### 3.2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode pengamatan langsung.

### 3.3. Uji Pembebanan Pelat

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental/percobaan di lapangan. Percobaan ini dibuat dalam skala lapangan. Prinsip pelaksanaan percobaan ini adalah, beban diterapkan secara statik pada pelat beton yang terletak di atas tanah kemudian digambarkan kurva beban dan penurunannya.



Gambar 3.3. Skematik uji pembebanan langsung

## IV. HASIL DAN ANALISIS PERHITUNGAN

### 4.1. Uji *Hammer Test*

Tujuan uji *Hammer Test* adalah untuk mengetahui kuat tekan beton pada sampel pelat beton. Mutu beton yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 20 Mpa. Dari uji *Hammer Test* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil dari *Hammer Test*

No	Sampel	Tumbukan Rata-rata	Sudut Tumbukan	Tumbukan minimum	Tumbukan Maksimum	Koefisien Umur Beton	Kuat Tekan ( F ) (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Pelat 1	30,3	0	29	32	1	241
2	Pelat 2	28,2	-90	27	30	1	261
3	Pelat 3	26,1	-90	23	30	1	224,4

Berdasarkan data di atas didapatkan hasil mutu pelat diatas 224 Kg/cm<sup>2</sup>. Dimana hasil tersebut lebih tinggi dari mutu pelat yang direncanakan yaitu 204 Kg/cm<sup>2</sup> sehingga pelat tersebut dapat dipergunakan dalam penelitian.

### 4.2. Karakteristik Tanah

Dalam penelitian ini media perletakan merupakan tanah lunak, untuk melakukan analisis tanah, diambil dari data sekunder sesuai lampiran C dan diperoleh nilai  $\phi$  sebesar 16,013 ° dan  $c = 0,275$  Kg/cm<sup>2</sup>.

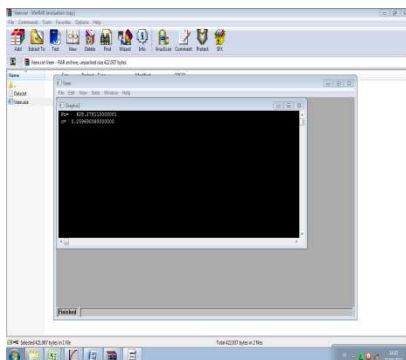
### 4.3. Kurva Beban versus Penurunan

#### 4.3.1. Kurva Beban versus Penurunan dengan Metode Van der Veen

$$S = -\frac{1}{c} \ln \left( 1 - \frac{P}{P_u} \right) \quad \text{atau} \quad S = m \cdot U$$

Dimana :

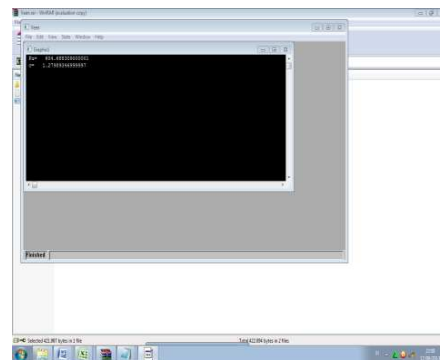
- $P$  = beban (kg)
- $P_u$  = beban ultimit (kg)
- $\ln$  = logaritma alami
- $c$  = konstanta sembarang
- $S$  = penurunan (mm)
- $m$  =  $1/c$
- $U$  =  $-\ln(1 - P/P_u)$



Gambar 4.1a. Nilai  $P_u$  dan  $c$  pelat tanpa sirip

$$P_u = 628,27811 \text{ kg}$$

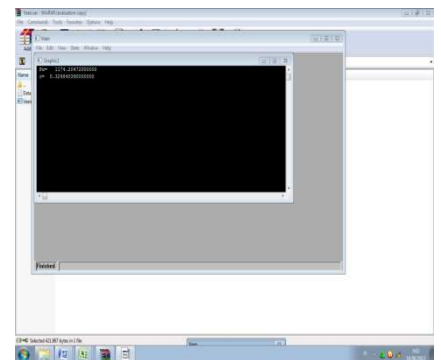
$$c = 0,2597$$



Gambar 4.1b. Nilai  $P_u$  dan  $c$  pelat bersirip pertama

$$P_u = 604,6883090000001 \text{ kg}$$

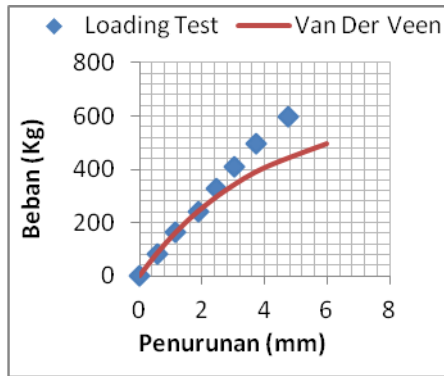
$$c = 1,279893469999997$$



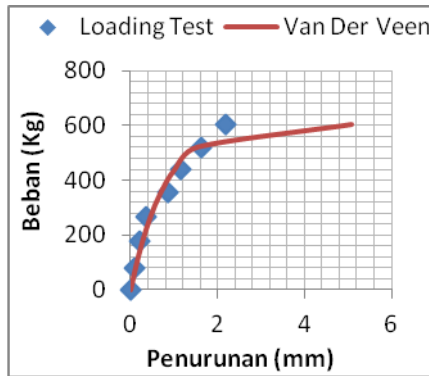
Gambar 4.1c. Nilai  $P_u$  dan  $c$  pelat bersirip kedua

$$P_u = 1174,20472 \text{ kg}$$

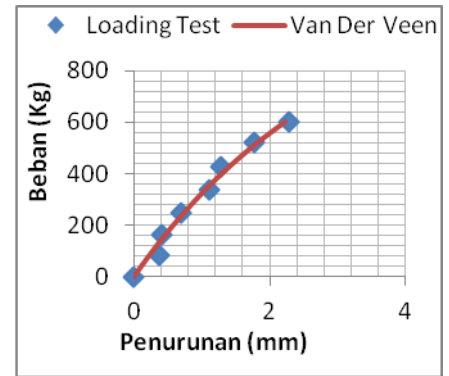
$$c = 0,32484039$$



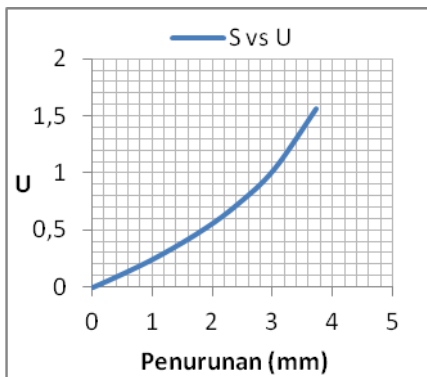
Gambar 4.2a. Kurva Penurunan pelat tanpa sirip



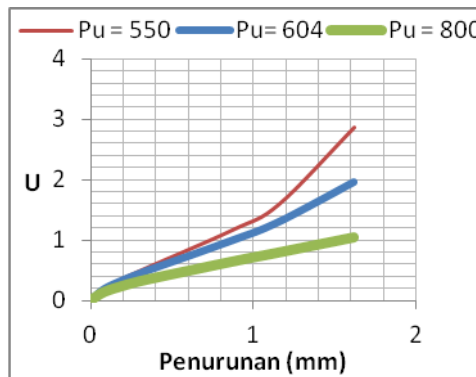
Gambar 4.2b. Kurva Penurunan pelat bersirip pertama



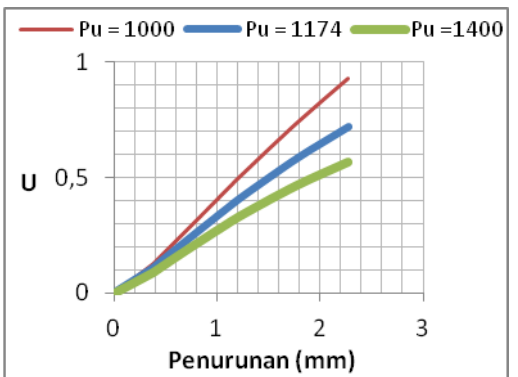
Gambar 4.2c. Kurva Penurunan pelat bersirip kedua



Gambar 4.3a. Kurva S vs U pelat tanpa sirip



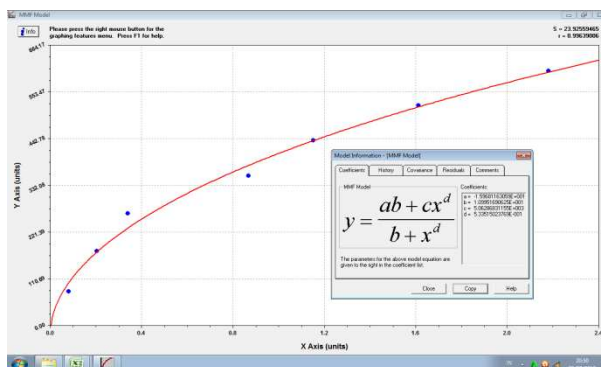
Gambar 4.3b. Kurva S vs U pelat bersirip pertama



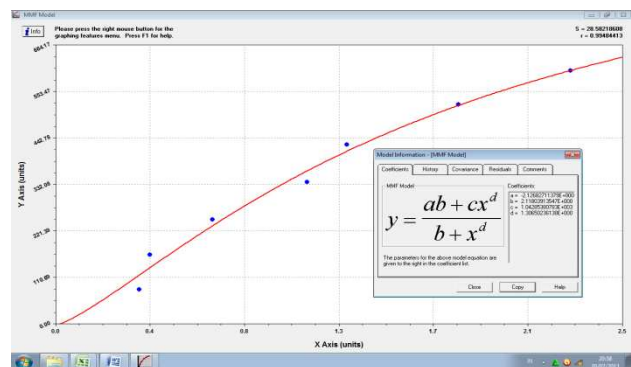
Gambar 4.3c. Kurva S vs U pelat bersirip kedua

Dari kurva S vs U pelat bersirip di atas dapat dilihat bahwa beban ultimit ( garis warna biru ) yang diperoleh lebih lurus dibandingkan beban ultimit yang telah diubah yaitu beban ultimit diperkecil (garis warna merah) dan beban ultimit diperbesar (garis warna hijau). Dengan demikian beban ultimit yang diperoleh telah sesuai (tepat).

#### 4.3.2. Kurva Beban versus Penurunan dengan Curve Expert (MMF)



Gambar 4.4a. Grafik Penurunan pelat bersirip pertama



Gambar 4.4b. Grafik Penurunan pelat bersirip kedua

Dengan :

$$\begin{aligned} a &= -15,9681163059 \\ b &= 10,9951690625 \\ c &= 5062,86831155 \\ d &= 0,533515023769 \end{aligned}$$

Keterangan :

x = penurunan (mm)  
Y = Beban (Kg)

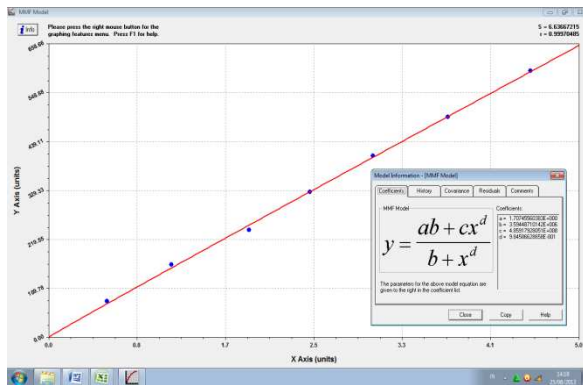
Dengan :

$$\begin{aligned} a &= -2,12682711379 \\ b &= 2,11803913547 \\ c &= 1042,85380783 \\ d &= 1,30650236138 \end{aligned}$$

Keterangan :

x = penurunan (mm)  
Y = Beban (Kg)





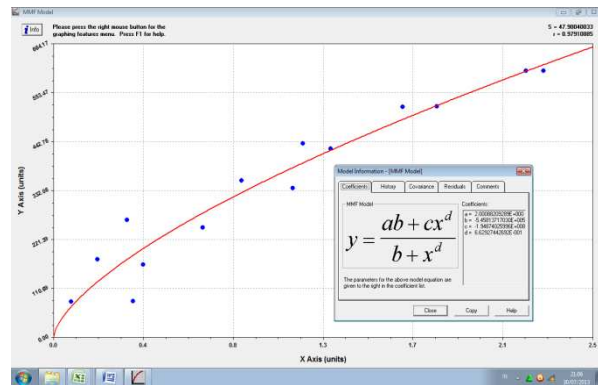
Gambar 4.4c. Grafik Penurunan pelat tanpa sirip

Dengan :

a = 1,70745560383  
b = 3594487,10142  
c = 485917928,051  
d = 0,984586628658

Keterangan :

x = penurunan (mm)  
Y = Beban (Kg)



Gambar 4.4d. Grafik Penurunan pelat bersirip gabungan

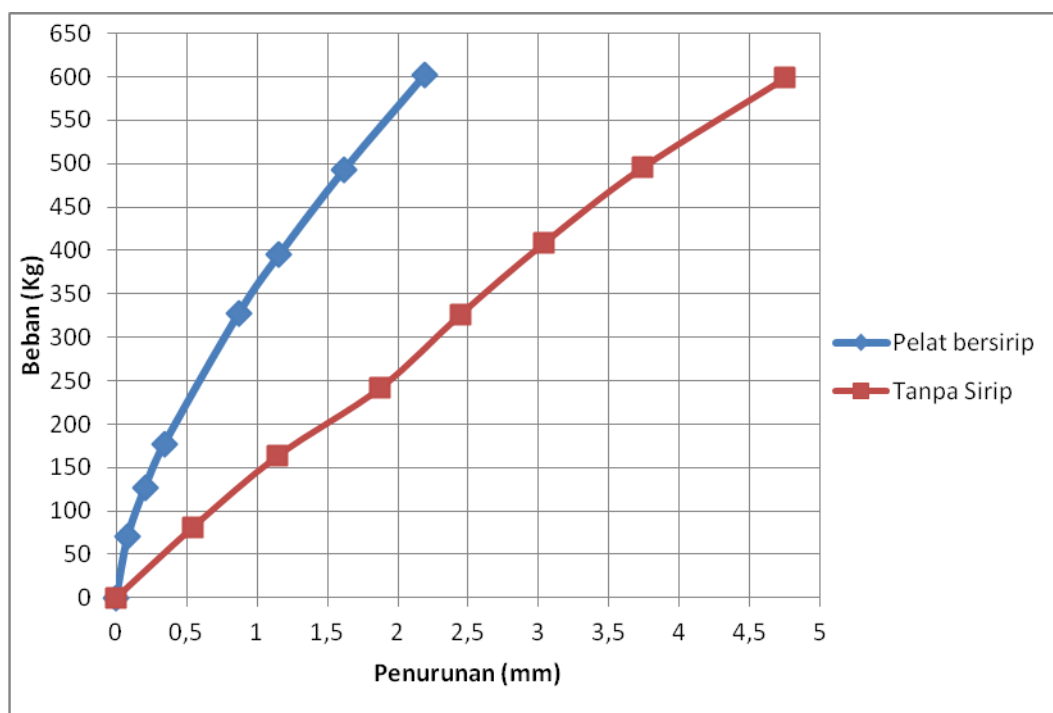
Dengan :

a = 2,00088209289  
b = -545813,717030  
c = -194874025,996  
d = 0,662927442692

Keterangan :

x = penurunan (mm)  
Y = Beban (Kg)

#### 4.4. Grafik Beban Versus Penurunan Pelat Tanpa Sirip dan Pelat Bersirip



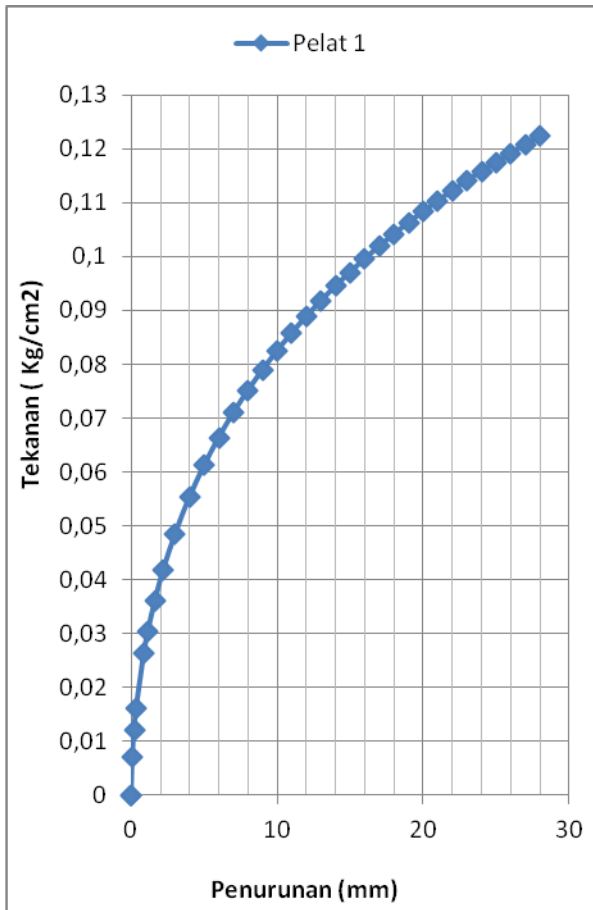
Gambar 4.5 Kurva Penurunan Gabungan

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kurva pelat bersirip berada diatas kurva pelat tanpa sirip. Ini menunjukkan penurunan pelat bersirip lebih rendah dibanding pelat tanpa sirip. Ini membuktikan bahwa pelat bersirip lebih cocok dipakai pada konstruksi perkerasan jalan.

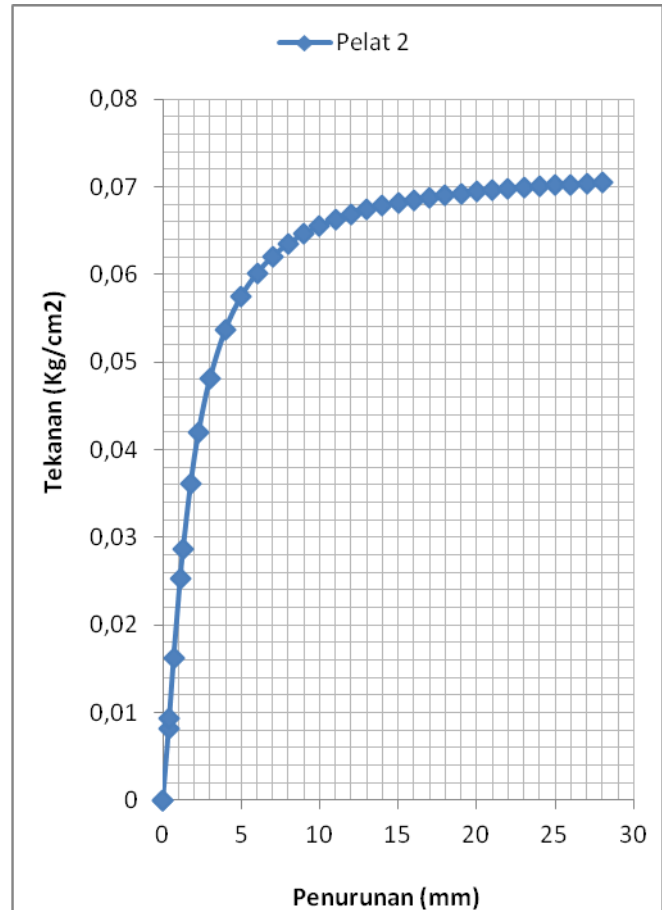
#### 4.5. Menentukan Nilai *Modulus Subgrade* ( $k_s$ ) untuk Tanah Lunak

$$k_s = \frac{P}{A \cdot S}$$

Dimana :  $P$  = beban pada penurunan sebesar 2,5 cm (kg)  
 $A$  = luas permukaan pelat  
 $S$  = penurunan sebesar 2,5 cm  
 $k_s$  = *modulus subgrade* (kg/cm<sup>3</sup>)



Gambar 4.6a. *Modulus Subrage* pelat bersirip pertama



Gambar 4.6b. *Modulus Subrage* pelat bersirip kedua

Dari Grafik di atas diperoleh tekanan pada penurunan 2,5 cm sebesar 0,118 kg/cm<sup>2</sup>,

$$\text{Modulus Subgrade } (k_s) = \frac{0,118}{2,5} = 0,0472 \text{ Kg/cm}^3$$

Dari Grafik di atas diperoleh tekanan pada penurunan 2,5 cm sebesar 0,07 kg/cm<sup>2</sup>,

$$\text{Modulus Subgrade } (k_s) = \frac{0,07}{2,5} = 0,028 \text{ Kg/cm}^3$$

## **V. PENUTUP**

### **5.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan serangkaian penelitian dan analisis dengan model pelat bersirip dalam sejajar sirip luar, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil interpretasi dengan Metode Van der Veen, diperoleh beban ultimit untuk pelat dengan sirip sejajar sirip sebesar 889,45 kg, Dengan Metode Van der Veen, beban ultimit untuk pelat tanpa sirip sebesar 628,27811 kg, dengan peningkatan untuk pelat tanpa sirip dan dengan sirip sejajar 42 %. Dengan demikian, pembangunan jalan di atas tanah lunak lebih baik menggunakan pelat beton bersirip
2. Pelat beton yang mengalami pembebanan hingga 610 kg belum mengalami retak tetapi pada kurva P vs S sudah kelihatan tanda-tanda keruntuhan.
3. Nilai modulus subgrade ( $k_s$ ) untuk tanah lunak yang diperoleh yaitu  $0,0376 \text{ Kg/cm}^3 = 1,358 \text{ pci}$

### **5.2. Saran**

Dalam penyusunan dan penelitian Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan saran sebagai berikut :

1. Dapat diadakan penelitian lebih lanjut dengan memperhitungkan penurunan konsolidasi dengan jangka waktu yang panjang.
2. Sampel yang digunakan diusahakan sebanyak mungkin guna memberikan data yang lebih akurat dan mengantisipasi adanya sampel yang gagal
3. Pengecoran sampel di lapangan diusahakan dikondisi tanah yang sama agar perbandingan hasil pengujian lebih tepat dan sesuai
4. Dalam melakukan analisis daya dukung pada pelat, sebagai perbandingan dapat dicoba untuk menggunakan program SAP.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, Vivi. 2005. *Buku Ajar Rekayasa Pondasi*. Pontianak. Universitas Tanjungpura
- Bowles, Joseph E. 1991. "Analisi Dan Desain Pondasi". Jilid 1, Penerbit Erlangga.
- Effendi, Edi. 2009. *Tinjauan Perilaku Beban Versus Penurunan Pada Pelat Beton Di Atas Tanah Dalam Fungsi Luas Permukaan Pelat Berdasarkan Hasil Uji Pembebanan Dan Program Komputer*. Universitas Tanjungpura.
- Hadi, Abdul dan Yusuf, M. 2007. " Interpretasi Beban Ultimit Cara Van Der Veen dengan Pengembangan Program Komputer". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol 7(2).halaman 183-198.
- Koentjoro, Didien. 1995. "Pondasi Hypar: sebagai alternatif pondasi dangkal pada tanah lunak". *Majalah Konstruksi*, No:208, Agustus 1995.
- Philip. 2011. *Tinjauan variasi Jumlah Sirip Dengan Pelat Beton Bertulang Bersirip Di Atas Tanah Gambut Dalam Hasil Uji Pembebanan Dan Program Komputer*. Universitas Tanjungpura.
- Ringo, Boyd.C; Anderson; Robert B. Tanpa tahun. *Designing Floor Slabs On Grade*. Edisi Kedua: The Aberdeen Group.
- Teddy, Handra. 2009. *Tinjauan Perilaku Beban Versus Penurunan Pada Perkerasan Beton Di Atas Tanah Gambut Dalam Fungsi Mutu Beton Berdasarkan Hasil Uji Dan Pembebanan Dan Program Komputer*. Universitas Tanjungpura.
- Wahyudi, Teddy. 2010. *Tinjauan Perilaku Beban Versus Penurunan Pada Pelat Beton Di Atas Tanah Dalam Fungsi Tebal Pelat Beton Berdasarkan Hasil Uji Pembebanan Dan Program Komputer*. Universitas Tanjungpura.
- Yusuf, M. & Bachtiar, Vivi. 2005. "Verifikasi Eksperimental Perhitungan Modulus Subgrade di atas Tanah Pasir dengan Teori Pertambahan Tegangan Boussinesq". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 5(2) – Des 2005, h. 181-194.
- Yusuf, M. & Bachtiar, Vivi. 2006. "Uji Pembebanan Pelat Skala Kecil di Lapangan pada Tanah Lunak". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 6(1) – Juni 2006. h.83-96.
- Yusuf, M. 2002. "Analisis Nonlinier Pelat Beton di atas Fondasi Elastis Nonlinier dengan Metode Elemen Hingga". *Jurnal Teknik Sipil ITB*. Vol. 9(3) Juli 2002.
- Yusuf, M. 2003. "Teori Pertambahan Tegangan Metode Boussinesq Diterapkan pada Perhitungan Modulus Subgrade". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 3(2) – Des 2003, h.21-31.
- Yusuf, M. 2008. "Kajian Numerik dan Eksperimental Perilaku Pelat Beton di Atas Tanah". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 8(2) – Desember 2008. h.123-140.
- Yusuf, M., dkk. 2003. *Studi Numerik Perilaku Tekanan dan Deformasi Tanah Lunak di Pontianak*. Laporan Penelitian DIKS Fakultas. Pontianak: Fakultas Teknik Untan.